# Über die Verweildauer von Salzlösungen im Darme und die Wirkungsweise der salinischen Abführmittel.

Habilitationsschrift

zur

Erlangung der Venia legendi

der

hohen medizinischen Fakultät der Universität Rostock

im März 1912

ACAD. LAND. BAT. BIBL.

vorgelegt von

Dr. med. **Franz Best,**

freiwilliger Assistent für experimentelle Pathologie am Pathologischen Institut.

**Rostock.**

Carl Boldt'sche Hof-Buchdruckerei.

1912.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553620_0005

Die Verweildauer verschiedener Flüssigkeiten im Magen haben Cohnheim[1]) und ich an einem Hunde mit Magenfistel und durchschnittenem Oesophagus untersucht und gefunden, daß größere Mengen den Magen relativ schneller verlassen als kleinere, und daß weniger die Qualität und Temperatur der Flüssigkeiten auf die Verweildauer von Einfluß sind, als der Durst, mit dem sie genommen werden. Wir konnten ferner die Angabe von Otto[2]), Carnot und Chassevant bestätigen, daß isotonische Salzlösungen den Magen schneller verlassen als konzentrierte Salzlösungen und reines Wasser. An einem Hunde mit Fistel im untersten Teile des Dünndarmes hatte ich[3]) weiter beobachtet, daß gewöhnliches Wasser oder Bouillon überhaupt nicht in die unteren Abschnitte des Dünndarmes gelangen, sondern schon in den höheren Abschnitten resorbiert werden. Dagegen kamen physiologische Kochsalzlösung und Magermilch, die in ihrer molekularen Konzentration eine dem Blutserum isotonische Flüssigkeit darstellt, in der ein Teil der Salze durch Milchzucker, ein Teil des Natriums durch Kalium ersetzt ist[4]), bis in die unteren Teile des Dünndarmes und zwar schon in der Zeit von 20—30 Minuten nach der Einführung in den Magen. Es lag daher nahe, mittels Fisteln an verschiedenen Stellen des Darmes zu untersuchen, wie sich in dieser Hinsicht andere Salzlösungen, Mineralwässer, die zu Heilzwecken benutzt werden, und die salinischen Abführmittel, verhalten. Ich benutzte zu diesem Zwecke drei Hunde, denen Dauer-

[1]) Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. 69, Heft 2.
[2]) Archiv für experim. Path. u. Pharm., Bd. 52, S. 370.
[3]) Deutsches Archiv für klin. Med., Bd. 104, 1911.
[4]) E. Overton, Nagels Handbuch d. Phys. II., 881, 1907.

fisteln angelegt worden waren nach Pawlow-Dastre[5]), d. h. es waren ihnen Metallkanülen mit verschließbarer Fistelöffnung seitenständig in den Darm eingeführt worden. Die Hunde waren schon lange vorher in dieser Weise anatomisch vorbereitet, und wurden zu den Versuchen erst benutzt, nachdem ich mich überzeugt hatte, daß sie sich völlig von der Operation erholt hatten und speziell hinsichtlich der Verdauungsorgane vollkommen normale Verhältnisse boten. Läßt man nun eine derartige Kanüle offen, so erhält man den ganzen Chymus aus der Kanüle; man kann sich an einem Hunde, der zwei Fisteln hat, etwa im duodenum und im ileum überzeugen, daß an der Kanüle nichts vorbei läuft in den unterhalb gelegenen Darmabschnitt. Gibt man einem derartigen Hunde verdünnte Milch zu saufen, die man noch mit Eosin färben kann, entleeren sich aus der Duodenalkanüle regelmäßige Schüsse, aus der zweiten Kanüle dagegen bekommt man, außer einigen Tropfen succus entericus, nichts.

Die Dünndarmfisteln waren mit der Cohnheimschen Einspritzvorrichtung versehen, einem im abwärtsführenden Schenkel des Darmes liegenden Gummischlauche, der bekanntlich dazu dient, Salzsäure oder aufgefangenes Verdauungsprodukt in den Darm einzuspritzen, um die normalen Hemmungsreflexe auszulösen. Ich habe mich der Einspritzvorrichtung auch bedient, um Salzlösungen kontinuierlich in den Darm einlaufen zu lassen.

Hund A hatte eine Kanüle im untersten Drittel des Dünndarmes, Hund M trug eine Kanüle im Dickdarme, direkt unterhalb der Ileocoecalklappe, und außerdem eine Kanüle im Magen. (Das Einführen der Kanüle in den Dickdarm war erheblich schwieriger, als in den Dünndarm, da sich der Dickdarm beim Einbringen der Kanüle energisch kontrahierte.) Der dritte Hund P endlich hatte zwei Fisteln, eine im duodenum, unterhalb der Einmündung des unteren Pankreasganges, die andere im unteren Drittel des Dünndarmes, direkt oberhalb der Ileocoecalklappe.

[5]) E. S. London, die Entwicklung der operativen Methodik zum Stud. von Verdauungs- u. Resorptionsprozessen (Fortschritt d. Naturwissensch. Forschung, her. von Abderhalden, Bd. IV, 1912).

**Versuchsreihe I mit physiologischer 0,9 % Kochsalzlösung.**

(Die Kochsalzlösung wurde mit der Schlundsonde in den Magen eingegossen.)

Hund A (tiefe Dünndarmfistel).

(Gewicht des Hundes ungefähr 16 kg.)

Versuch 1: 500 ccm 0,9 % NaCl-L. (Hund seit 24 Stunden nüchtern.)

Aus der Kanüle sofort Tropfen von etwas Darmsaft mit Galle.

Nach 2 Min.: bräunlich gefärbter, galliger Darminhalt, offenbar von früher stauendes Sekret, das man beim Öffnen der Kanüle öfter erhält, ziemlich flüssig.

5 „ schnelles Tropfen (NaCl).

**12** „ 9 ccm, **1.** Schuß.

13 „ 14 „

13½ „ 10 „ dazwischen noch kleinere Schüsse, alle 2 Sekunden kleinere Schüsse mit Galle.

18 „ regelmäßig stärkere Schüsse, 20—25 ccm.

33 „ Schluß.

Im Ganzen aufgefangen: 420 ccm. (Reaktion alkalisch.)

Also resorbiert mindestens 80 ccm.

Versuch 2: 200 ccm 0,9 % NaCl-L.

Nach **9** Min.: Darminhalt u. **1.** Schuß. Schüsse anfangs klein und unregelmäßig.

20 „ reguläre starke Schüsse. (Alkalische Reaktion.)

30 „ Schluß.

Versuch 3: 250 ccm 0,9 % NaCl-L. Hund nicht nüchtern.

Nach **11** Min.: **1.** Schuß; dann nur schwache Schüsse. Im ganzen nur einige ccm. (Reaktion alkalisch.)

Versuch 4: 250 ccm 0,9 % NaCl-L.
Nach 3½ Min.: 1. Schuß.
Alle 10—20 Sekunden Schüsse.
9 „ im ganzen 47. Hund steht nicht mehr, bekommt, während er noch steht, Durchfall. Später noch mehrere Stühle.

Versuch 5: 250 ccm 0,9 % NaCl-L. (Hund sehr durstig.)
Nichts aus der Kanüle erhalten.
Hund säuft dann noch 900 ccm Wasser.
Aus der Kanüle nichts.

Versuch 6: 250 ccm 0,9 % NaCl-L. (Hund durstig.)
Nichts erhalten.

Hund M (Dickdarmfistel).
(Gewicht des Hundes ungefähr 18 kg.)

Versuch 1: 1000 ccm 0,9 % NaCl-L. (Hund seit 24 Stunden nüchtern.)
Nach 14 Min.: 1. Schuß.
19 „ 2. „
22 „ 3. „ (stark).
Dann alle 10—20 Sekunden starke Schüsse.

Versuch 2: 1000 ccm 0,9 % NaCl-L.
Nach 9 Min.: Tropfen.
13½ „ kleiner Schuß.
15½ „ 8 ccm.
16 „ 17 „
16½ „ 19 „
17½ „ 64 „ dazwischen noch kleinere Schüsse.
18 „ 45 „ (Bei den starken Schüssen werden Bandwürmer mit ordentlicher Gewalt herausgeschleudert.)
19 „ 18 „
20½ „ 22 „
21½ „ 20 „

22 „ 18 ccm
22½ „ 20 „ Dann regelmäßig so weiter, etwa alle ½ Min. Schuß von 15—20 ccm.
27 „ langsamer Schuß.
28 „ starker Schuß, vorher Darminhalt.
33 „ Schluß.
Im ganzen: 440 ccm.

Versuch 3: 500 ccm 0,9 % NaCl-L. (Hund nicht nüchtern.)
Etwas schmieriger Darminhalt, sonst nichts.
(Magen nach 30 Min. leer, an der Magenfistel leicht zu konstatieren.)

Versuch 4: 500 ccm 0,9 % NaCl-L. (Darm nicht leer.)
Große Massen Darminhalt, sonst nichts.
(Magen nach 30 Min. leer.)

Versuch 5: 500 ccm 0,9 % NaCl-L.
Darminhalt, sonst nichts.
(Magen nach 30 Min. leer.)

Versuch 6: 1000 ccm 0,9 % NaCl-L. (Hund 24 Stunden nüchtern.)
Nach **12** Min.: **1.** Schuß.
Dann regelmäßig starke Schüsse.

Versuch 7: 1000 ccm 0,9 % Kochsalzlösung. (Hund 24 Stunden nüchtern.)
Nach 9½ Min.: beginnen die Schüsse.
Im ganzen: 1000 ccm.

Versuch 8: 500 ccm 0,9 % NaCl-L. (Hund 24 Stunden nüchtern.)
Nach 6½ Min.: starke Schüsse.
Im ganzen: 500 ccm.

Versuch 9: 1000 ccm 0,9 % NaCl-L.
Nach **7** Min.: **1.** Schuß (9 ccm).
9½ „ 12 ccm, dann kleinere Schüsse.
30 „ 18 „ weiter regelmäßige Schüsse.
Im ganzen: 800 ccm.

Versuch 10: 1200 ccm 0,9 % NaCl-L.
Nach 10 Min.: 21 ccm.
11 „ 73 „
12 „ 50 „
13 „ 21 „ Dazwischen kleinere Schüsse.
14 „ 60 „
15 „ 39 „
15½ „ 50 „
16 „ 40 „
18 „ 130 „
19 „ 90 „
19½ „ 80 „
21 „ 70 „
21½ „ 44 „
22 „ 30 „ Dazwischen noch kleinere Schüsse, eigentlich stets Laufen.
27 „ Schluß. Im ganzen: 890 ccm.

Versuch 11: 1000 ccm 0,9 % NaCl-L.
Nach 6½ Min.: Galle.
14 „ 10 ccm.
16 „ 15 „
17 „ 15 „
17½ „ 14 „
18 „ 41 „
18½ „ 26 „
19 „ 27 „
20 „ 30 „
20½ „ 36 „
21 „ 60 „
22 „ 48 „
23 „ 40 „
24½ „ 31 „ Dann nur noch Tropfen.
30 „ Schluß.
Im ganzen: 610 ccm.

Versuch 12: 300 ccm 0,9 % NaCl-L. (Hund sehr durstig.)
Nach 10 Min.: im Magen nur noch 70 ccm.
Hund säuft außerdem noch 700 ccm Wasser.
Aus der Fistel gar nichts erhalten.

Aus den Versuchen geht hervor, daß die isotonische Kochsalzlösung nicht nur den Magen schneller verläßt als andere Flüssigkeiten, sondern daß sie auch in kurzer Zeit bis in den Dickdarm kommt, auch wenn nur kleine Mengen davon in den Magen eingegossen werden. Die Schüsse kamen dann aus der Fistel im untern Drittel des Dünndarmes und aus der Dickdarmkanüle genau so stark und rhythmisch, wie aus einer Duodenalkanüle. War der Darm nur mäßig gefüllt (leer wird er nur, wenn der Hund mindestens 36 Stunden gehungert hat), dann kam der erste Schuß im Durchschnitte 9 bis 12 Minuten nach dem Eingießen in den Magen. Die ersten Schüsse waren gewöhnlich kleiner, betrugen etwa 10—15 ccm, allmählich wurden sie dann stärker, bis zu 130 ccm. Vor dem ersten Schusse entleerte sich gewöhnlich schmieriger Darminhalt. Wenn der Darm stark mit Speisebrei gefüllt war, waren die Schüsse spärlicher oder es kamen gar keine flüssigen Schüsse. Die gesamte Menge des aus der Kanüle Aufgefangenen war immer weniger, als eingegossen wurde. Je größer die eingegossene Menge und je weniger Speisebrei sich im Darme befand, je schneller und kräftiger kamen die Schüsse, und je weniger wurde resorbiert. Die Flüssigkeit wurde dann häufig mit solcher Energie herausgespritzt, daß Bandwürmer aus der Kanüle mitherausgeschleudert wurden. War aber das Tier durstig, dann wurden große Mengen Kochsalzlösung bis zu 1000 ccm resorbiert. Bei nüchternen, nicht durstigen Tieren durcheilte 1 Liter 0,9 % Kochsalzlösung den gesamten Verdauungskanal in 30 Minuten. Ein Einfluß der Temperatur der eingegossenen Flüssigkeit konnte, wie am Magen, auch im Darme nicht bemerkt werden. Kleinere Mengen unter 200 ccm wurden resorbiert und gelangten überhaupt nicht in die unteren Darmabschnitte. Von 500 ccm kamen aber nicht 300 ccm aus der Kanüle, sondern mehr; größere Mengen bewirken demnach, wie im Magen, einen beschleunigten Transport.

**Versuchsreihe II mit mineralischen Kochsalzwässern.**

Hund M (Dickdarmkanüle).

Versuch 1: 200 ccm Wiesbadener Kochbrunnen.
Aus der Kanüle nichts erhalten.

Versuch 2: 1 ganze Flasche (750 ccm) Wiesbadener Kochbrunnen.
Außer etwas schmierigem Darminhalt nichts erhalten.

Versuch 3: 1000 ccm Wiesbadener Kochbrunnen.
Nach **8** Min.: **1.** Schuß; dann regelmäßig starke Schüsse.
45 „ nichts mehr.
Im ganzen: 390 ccm.

Hund A (mit tiefer Dünndarmfistel).

Versuch 1: 200 ccm Homburger Elisabethen-Quelle (etwa 0,9 % NaCl-L).
Nach **10** Min.: **1.** Schuß; dann regelmäßig starke Schüsse.
30 „ Schluß.

Hund M (mit Dickdarmfistel).

Versuch 1: 300 ccm Homburger Elisabethen-Quelle.
Schmieriger Darminhalt, sonst nichts.
Nach 60 Min.: Magen leer.

Die Homburger Elisabethen-Quelle, die einer 0,9 % Kochsalzlösung entspricht, gelangt, wie einfache physiologische Kochsalzlösung, auch in kleineren Mengen (200 ccm) nach 10 Minuten in den untern Darmabschnitt, während die Hälfte etwa resorbiert wurde. Vom Wiesbadener Kochbrunnen, eine hypotonische Kochsalzlösung, mußten schon größere Quantitäten gegeben werden, damit etwas in den Dickdarm kam. Ein Glas Wiesbadener Wasser bespült demnach nicht die Schleimhaut des ganzen Verdauungstraktus, sondern wird schon im Dünndarm resorbiert. Dagegen ist die physiologische 0,9 % Kochsalzlösung ein geeignetes, absolut indifferentes Mittel, womit man den gesamten Verdauungstraktus ausspülen kann, auch ohne daß allzugroße Mengen in den Magen gebracht werden müssen. Es scheint mir dies bei Dünn- und Dickdarmkatarrhen z. B. kein zu unterschätzendes therapeutisches Hilfsmittel zu sein.

Da die physiologische Kochsalzlösung, gleichsam als flüssiger Ballast, durch den ganzen Dünn- und Dickdarm transportiert wird, kann sie auch bei Verstopfung zur Ver-

flüssigung des Darminhaltes und zur Anregung der Peristaltik verwandt werden. Einen lokalen Reiz übt dabei die isotonische Lösung auf die Schleimhaut nicht aus. Ich machte bei etwa 30 Fällen von habitueller Obstitation einen therapeutischen Versuch mit der physiologischen Lösung. Ich ließ morgens nüchtern 20 Minuten vor dem Frühstück 2 Wassergläser physiologische Kochsalzlösung trinken, oder goß bei sondengewöhnten Patienten größere Mengen mit der Sonde ein. Nach 9—12 Minuten begann dann fast regelmäßig sich Stuhldrang einzustellen (der mit reichlicher Defäkation verbunden war) und zwar ohne irgendwelche Beschwerden. Die Krankengeschichte jedes einzelnen Falles aufzuführen, ist nicht von Interesse, da es sich meist um sonst gesunde Personen handelt, die lediglich an habitueller Verstopfung leiden. In einzelnen sehr hartnäckigen Fällen, wenn seit 1 bis 2 Tagen gar kein Stuhl erfolgt und der Kot stark eingedickt war, kam die Kochsalzlösung allein, aber ohne Stuhl. Gab man dann ein Ölclysma, um zuerst den Kot zu erweichen, und dann erst die Kochsalzlösung, dann erfolgte in mehreren Fällen ausgiebiger Stuhl, was mit Ölclysmen allein nur nach häufigerer Wiederholung gelungen war.

Bei längerem täglichen Gebrauch versagt aber schließlich die Wirkung der Kochsalzlösung und man muß dann längere Pausen einlegen. Mit großem Vorteil aber vermag das Trinken der physiologischen Kochsalzlösung für einige Zeit bei nicht daran Gewöhnten die Abführmittel zu ersetzen, die ja namentlich bei Frauen oft Jahre lang täglich gebraucht werden müssen, um dann meistens auch mehr oder weniger in der Wirkung nachzulassen. Die Kochsalzlösung hat außerdem den Vorteil, daß sie vom Patienten selbst jederzeit leicht herzustellen ist und außerdem wird durch eine derartige Trinkkur die Schleimhaut des gesamten Dünn- und Dickdarms bespült.

Eine derartige Trinkkur ist auch bei atonischen Magen von Nutzen, da die phys. Kochsalzlösung, wie ich an anderer Stelle zeigen werde, auch den atonischen Magen mit Insuffizienz ersten Grades, in normal schneller Zeit verläßt, wenn gewöhnliches Wasser oder nicht isotonische Salzlösung für Stunden im Magen liegen bleiben.

Da die molekulare Konzentration des Blutserums in ihrem osmotischen Drucke etwa der einer 0,9 % ClNa-Lösung gleichzustellen ist, so wird im allgemeinen eine Salzwirkung (entzündlicher Salzreiz) erst in einer Lösung zu erwarten sein, die eine höhere Konzentration zeigt. Die 0,9 physiologische Kochsalzlösung müssen wir als physikalisch osmotisch indifferent ansehen. Die meisten Mineralquellen sind in diesem Sinne als hypertonisch anzusehen, nur eine geringe Zahl der Kochsalzgruppe angehörigen Quellen wird als isotonisch in Betracht kommen.

**Versuchsreihe III.**

(Kanüle offen.)

Hund M (mit Dickdarmfistel).

250 ccm Mergentheimer Karls-Quelle. (Hund nicht nüchtern.)

Nach 30 Min.: schmieriger Darminhalt, sonst nichts.

Hund bekommt Durchfall.

Hund A (mit tiefer Dünndarmfistel).

200 ccm Mergentheimer Karls-Quelle. (Hund nicht nüchtern.)

Darminhalt.

Tropfen, keine richtigen Schüsse. (Reaktion alkalisch.)

Im ganzen: 17 ccm.

Hund bekommt Durchfall.

Hund M (mit Dickdarmfistel).

Versuch 1: 250 ccm Saxlehner Bitterwasser (Hunyadi-Janos).

Nach **20** Min.: **1.** Schuß. Dann rasch folgend regelmäßig starke Schüsse.

45 „ Schluß (?).

Im ganzen: 120 ccm.

Dünner Stuhl.

Versuch 2: 250 Saxlehner Bitterwasser.

Nach 6 Min.: flüssiger Darminhalt; gleich darauf starker Schuß.
60 „ noch starke Schüsse.
75 „ Schluß.
Im ganzen: 260 ccm.

Dünnbreiiger, diarrhoischer Stuhl.

## Tabelle der Konzentrationen der benutzten Mineralwässer und den entsprechenden, diesen isotonischen ClNa-Lösungen:

### Wiesbadener Kochbrunnen.

(Deutsches Bäderbuch, S. 265.)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| KCl | 0,18 | (Molek.-Gew. | 74,5) | = | 0,14 | NaCl |
| NaCl | 6,83 | ( „ | „ 58,5) | = | 6,83 | „ |
| $CaCl_2$ | 0,63 | ( „ | „ 111) | = | 0,5 | „ |
| $Ca(HCo_3)_2$ | 0,38 | ( „ | „ 162) | = | 0,21 | „ |
| $Mg(HCo_3)_2$ | 0,3 | ( „ | „ 146) | = | 0,18 | „ |
| in 1 Liter . . . . . | | | | | 7,86 | NaCl |

also etwa 0,8 %.

### Mergentheimer Karlsquelle.

(Deutsches Bäderbuch, S. 283.)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| KCl | 0,38 | (Molek.-Gew. | 74,5) | = | 0,30 | ClNa |
| NaCl | 11,64 | ( „ | „ 58,5) | = | 11,64 | „ |
| $Na_2So_4$ | 3,35 | ( „ | „ 144) | = | 2,1 | „ |
| $CaSo_4$ | 2,5 | ( „ | „ 136) | = | 1,08 | „ |
| $MgSo_4$ | 1,0 | ( „ | „ 120) | = | 0,45 | „ |
| $Mg(HCo_3)_2$ | 1,6 | ( „ | „ 146) | = | 0,96 | „ |
| in 1 Liter . . . . . | | | | | 16,53 | NaCl |

etwa 1,65 %.

**Homburger Elisabethenquelle.**

(Deutsches Bäderbuch, S. 168.)

| | | | |
|---|---|---|---|
| KCl | 0,28 | = | 0,22 NaCl |
| NaCl | 7,77 | = | 7,77 „ |
| $CaCl_2$ | 1,28 | = | 1,0 „ |
| $Ca(HCo_3)_2$ | 0,88 | = | 0,48 „ |
| $Mg(HCo_3)_2$ | 0,89 | = | 0,53 „ |
| in 1 Liter . . . . | | | 10,00 NaCl |

also etwa 1,0 % ClNa.

**Saxlehner Bitterwasser.**

(Bäderalmanach.)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| NaCl | 1,3 | (Molek.-Gew. | 58,5) | = | 1,3 NaC. |
| $MgSo_4$ | 16,0 | ( „ | „ 120) | = | 7,8 „ |
| $Na_2So_4$ | 15,9 | ( „ | „ 144) | = | 9,69 „ |
| $Na_2Co_3$ | 0,796 | ( „ | „ 106) | = | 0,69 „ |
| $Ca(HCo_3)_2$ | 0,9 | ( „ | „ 162) | = | 0,48 „ |
| in 1 Liter . . . . . | | | | | 19,96 NaCl |

also etwa 2 % ClNa.

Also entspricht Wiesbadener Kochbrunnen einer 8 ‰
Homburger Elisabethenquelle einer 10 ‰
Mergentheimer Karlsquelle einer 16 ‰
Saxlehner Bitterwasser einer 20 ‰
Kochsalzlösung, d. h. sie sind, außer dem Wiesbadener Kochbrunnen, h y p e r i s o t o n i s c h.

Von den abführenden Mineralwässern gelangten diejenigen, welche die Bittersalze in geringerer Menge enthalten, wie die Mergentheimer Karlsquelle, nicht in den unteren Teil des Darms, wenn sie in Mengen gegeben wurden, wie sie der Mensch bei Trinkkuren gewöhnlich trinkt. Nur diejenigen, welche Bittersalz in größerer Konzentration enthalten, wie Saxlehner Bitterwasser, welches 1,6 % MgS enthält, gelangten bis in den Dickdarm. Die aufgefangenen Mengen der Lösung, die sich dann in starken Schüssen aus der Kanüle ergossen, war immer größer als die eingegossenen

Mengen. Das auffälligste Resultat ist aber, daß auch diejenigen Wasser, die resorbiert wurden, abführend wirkten; dieselbe prompte abführende Wirkung trat auch ein bei offener Kanüle, wenn sich die Schüsse sämtlich nach außen entleerten, so daß nichts in das Colon oder Rectum gelangte. Ich mache auf den einen oben angeführten Versuch aufmerksam, wo auch die physiologische Kochsalzlösung, trotzdem sie aus der Kanüle aufgefangen wurde, einen Durchfall verursachte.

Um dem Einwande zu begegnen, daß bei offener Kanüle etwas an der Kanüle vorbei in den Dickdarm gekommen sein könnte und um diese merkwürdige Erscheinung der abführenden Wirkung der Mineralwasser, trotzdem sie vor ihrem Erguß in den Dickdarm abgefangen werden, zu beleuchten, machte ich folgende Versuche mit reinen Glauber- und Bittersalzlösungen in Konzentration von 5 %, so daß sicher abführende Wirkung eintrat, ohne daß die reizende Salzwirkung zu sehr im Vordergrund steht. (5 g wasserhaltiges $MgSo_4$ sind 2,44 g trockenes Salz, isoton. mit 1,2 ClNa.)

**Versuchsreihe IV.**

Hund A (mit tiefer Dünndarmfistel).

300 ccm Glaubersalzlösung (15: 300). Hund nüchtern.

Nach **7** Min.: **1.** Schuß. Dann regelmäßig starke Schüsse.

25 „ Schluß.

Im ganzen: 290 ccm. (Reaktion alkal.)

Hund nach 1½ Stunden Durchfall.

Im Stuhl Sulfat nachweisbar.

300 ccm Glaubersalzlösung (15: 300).

Nach **10** Min.: **1.** Schuß. Dann regelmäßig starke Schüsse.

**60** „ diarrhoischer Stuhl.

Im ganzen: 340 ccm.

250 ccm Magnesiumsulfat (15: 300).
(Hund hat 2 Stunden vorher ein Weißbrötchen gefressen.)
Nach 20 Min.: schmieriger Brei.
60 „ noch Brotbrei.
Keine starken Schüsse, wie beim nüchternen Magen.
120 „ Im ganzen: 220 ccm. Kein Durchfall.

Hund M (Dickdarmfistel).

250 ccm Glaubersalzlösung (15: 300) bei geschlossener Kanüle.
Hund bekommt Durchfall.
250 ccm Glaubersalzlösung (15: 300) mit Eosin gefärbt.
Nach **41** Min.: **1.** Schuß.
Im ganzen: 90 ccm.
Sehr dünnbreiiger Stuhl, in dem kein Eosin zu sehen, und kein Sulfat nachweisbar.

Die Versuche zeigen wieder die prompt abführende Wirkung auch bei offener Kanüle. Die Wirkung war um so sicherer, je leerer der Darm war, je länger das Tier vorher nüchtern gehalten wurde. Gab man dem Tiere einige Stunden vorher zu fressen, dann konnte eine durchfällige Wirkung der Salzlösungen meistens vollständig verhindert werden.

Bei den folgenden Versuchen sperrte ich nun den Darm von der Kanüle nach abwärts durch einen, mit einem Gummiballon armierten Katheder ab und färbte außerdem die in den Magen einzugießende Lösung mit Eosin, so daß es aus der Färbung des Stuhles leicht zu erkennen sein mußte, sollten auch die geringsten Mengen an der Kanüle vorbeigelaufen sein; außerdem ist ja Sulfat im Kote leicht nachweisbar.

**Versuchsreihe V.**

Hund A (tiefe Duodenalfistel).

300 ccm Natriumsulfat.
Darm mit Katheter abgesperrt; Lösung mit Eosin gefärbt.

Nach 5 Min.: **1.** Schuß. Schüsse dann regelmäßig.
20 „ Schluß. Im ganzen: 370 ccm. (Reaktion alkal.)
120 „ breiiger Stuhl; Sulfat und Eosin nicht nachweisbar.

250 ccm Natriumsulfat.
Darm mit Katheter abgesperrt; Eosinfärbung. Hund hat vorher gefressen.
Durchfall.

250 ccm Natriumsulfat (15: 300).
Hund nüchtern. Darm abgesperrt, Lösung mit Eosin gefärbt.
Nach 5 Min.: beginnen die Schüsse.
60 „ Schluß.
Im ganzen: 310 ccm.
4 dünne durchfällige Stühle, in denen weder Sulfat, noch Eosin nachweisbar.

Trotzdem ich nun ganz sicher war, daß von der Salzlösung nichts in den Dickdarm gelangen konnte, bekam der Hund doch, war der Darm möglichst leer, Durchfall. Es schien allerdings nötig zu sein, daß die Lösung schußweise weiter transportiert wurde; denn kam Darminhalt nur langsam aus der Kanüle oder die Lösung nur tropfenweise, dann erfolgte in der Regel kein Durchfall.

Wie kann man sich diese eigentümliche Erscheinung der Glauber- und Bittersalz-Lösungen erklären, daß sie abführend wirken, ohne überhaupt in den Dickdarm zu kommen? Wie stellt man sich eigentlich den Wirkungsmechanismus der salinischen Abführmittel überhaupt vor?

Wie bei der Frage der Resorption im Dünndarm, hat man lange Zeit rein physikalische Vorgänge in den Vordergrund gestellt und sich die Darmwand als eine tote Diffusions-Membran gedacht, für den die physikalischen Gesetze der Diffusion und Osmose volle Geltung haben müßten. Die

Resorption im Dünndarm betrachtete man als reine Osmose und analog stellten sich Poisseul und Liebig[6]) die Wirkung der abführenden Salze so vor, daß diese bei stärkerer Konzentration durch osmotische Wasserentziehung eine Transsudation aus dem Blute in den Darm verursachten. Nachdem schon Claude Bernard[7]) darauf hingewiesen hatte, daß für die Lebewesen außer den chemisch-physikalischen Gesetzen bei derartigen Vorgängen wie die Resorption noch vitale Einflüsse im Spiele seien und Heidenhain[8]) speziell bei der Resorption von physiologischen Triebkräften gesprochen hatte, gelang es dann Cohnheim[9]) nachzuweisen, daß außer dieser physiologischer Triebkraft dem unverletzten Darmepithel die Eigenschaft inne wohnt, einen Diffusionsstrom aus dem Blute oder der Lymphe nach dem Darme hintanzuhalten, also einen Flüssigkeitsstrom nur in einer Richtung, vom Darme ins Blut, zuzulassen, nicht umgekehrt. Nur der vergiftete oder tote Darm verhält sich wie eine beliebige tote Membran, für welche die Gesetze der Diffusion und Osmose Geltung haben.

Ich glaube, daß viele der widersprechenden Resultate beim Studium der Wirkung der abführenden Salze dadurch entstanden sind, daß man nicht genug darauf achtete, eine Schädigung des Darmepithels durch konzentrierte Salzlösungen zu vermeiden. So fand Matthew Hay[10]), der in abgebundene Darmschlingen verschieden konzentrierte Lösungen brachte, daß 10 % Natriumsulfatlösung einen Flüssigkeitsstrom in den Darm verursachte, daß eine 5 % Lösung an Volumen vermindert wurde und daß eine $2^1/_2$ % sogar reichlich resorbiert wurde. Bei der 10 % Lösung hat also wahrscheinlich eine Schädigung des Darmepithels statt-

[6]) Recherches exper. sur les mouvements des liquides dans les tubes des petits diamètres, Paris 1828.

[7]) Substances toxiques et médicamenteuses, 1857.

[8]) Pflügers Archiv 1894, Bd. 56, S. 579.

[9]) Über die Resorption im Dünndarm und in der Bauchhöhle. Habilitationsschrift, Heidelberg 1898. Über Dünndarmresorption, Zeitschrift für Biologie, 1900, Bd. XXXIX.

[10]) The Action of Saline Cathartics. Journal of anatomy, Bd. XVI u. XVII, 1883 u. 84.

gefunden und dadurch eine osmotische Transsudation aus dem Blute in den Darm veranlaßt. Er ließ die Schlingen allerdings 5 Stunden abgebunden liegen, so daß der lokale Reiz der konzentrierten Lösungen stärker sein mußte als bei nicht abgebundenem Darm. Die Resultate Liebigs bestehen also insofern mit Recht, als konzentrierte Salzlösungen tatsächlich eine Transsudation aus dem Blute veranlassen, aber nur dadurch, daß das Darmepithel beschädigt wird; dies trifft aber bei der Konzentration, wie sich die Salze in den Bitterwässern befinden, nicht zu. Dasselbe gilt für die Experimente von Colin und Moreau[11]). Sie banden drei Darmschlingen ab und injizierten in die mittlere eine konzentrierte Salzlösung. In der Schlinge fand sich dann eine starke Vermehrung der Flüssigkeit. Colin glaubte an Exsudation, Moreau hielt es für succus entericus.

Genau so gingen L. Brunton[12]), L. Brieger[13]), Böttger[14]), Vulpian[15]), Leubuscher[16]) vor, welche in isolierte Darmschlingen Salzlösung injizierten und Flüssigkeitsansammlungen fanden.

Dasselbe beobachtete der Petersburger Homöopath Flemming[17]), der in abgebundenen Darmschlingen mehr Flüssigkeitserguß beobachtete, je stärker die Konzentration war, und zwar enthielt die Flüssigkeit kein Eiweiß oder Bestandteile von Sekreten, war also nach seiner Meinung durch osmotische Wasserentziehung entstanden. Thiry[18]) fand an seiner vom übrigen Darme zwar isolierten, aber unter normalen Verhältnissen ernährten Darmschlinge auch bei starker Konzentration keine erhebliche Vermehrung; das

[11]) Colin, Physiologie comparée 1854, t. I, p. 649; Moreau, Archiv général de Medicine 1870, VI. série, t. XVI, p. 234.

[12]) Practitioner vol. 12, 1874.

[13]) Arch. f. exper. Pathol. u. Pharm., Bd. 8, 1878.

[14]) Über die physiologische Wirkung der Abführmittel. Inaug.-Dissertation Halle 1874.

[15]) Gazette med., 1873.

[16]) Virchows Arch., Bd. 104, 1886.

[17]) Exp. Beiträge z. Kenntn. d. Wirk. von pl. Abführmitteln. Nichtangenommene Dissertation d. Dorpater med. Fakultät 1893.

[18]) Sitzungsber. der Wien. Akademie 1864.

Wenige, was ausgeschieden wurde, war, wie Hoppe-Seyler[19]) nachwies, vom Charakter des Serums, also durch entzündliche Exsudation entstanden.

Gelangt eine hypertonische Salzlösung in den Darm, ohne so stark konzentriert zu sein, daß sie das Epithel des Darmes schädigt, dann wird eine annähernde Isotonie nicht durch Transsudation aus dem Blute erreicht, sondern dadurch, daß bei den resorbierbaren Salzen das Salz wegresorbiert wird, bei den schwer resorbierbaren, daß diese Salze ihr Lösungswasser festhalten und durch den vorgefundenen Darmsaft zu vermehren trachten. Dabei wird eine Sekretion von Darmsaft, auf Salzreiz beruhend, statthaben. Eine stärker konzentrierte Salzlösung wird deshalb einerseits später abführen, als eine schwächer konzentrierte, weil die Zunahme der Flüssigkeit lediglich durch die allmähliche Darmsaftsekretion zustande kommt (Hay), anderseits aber regt eine konzentrierte Lösung durch ihre Reizwirkung auf die Enden der sensiblen Nerven der Darmschleimhaut reflektorisch die Darmbewegung natürlich viel stärker und schneller an, als eine verdünnte. Bei meinen Versuchen, die mit 5 % Bitter- und Glaubersalzlösungen angestellt wurden, zeigte sich in der Regel eine Zunahme der Flüssigkeit, im Gegensatze zur isotonischen Kochsalzlösung, von der ein Teil resorbiert wurde. Nach Meyer und Gottlieb[20]) ist diese direkte oder reflektorische zur Peristaltik reizende Wirkung für nicht groß anzuschlagen bei den in Mineralwässern gebräuchlichen Konzentrationen, da ja gerade wegen ihrer wenig reizenden Wirkung auf die Schleimhaut bei enztündlichen Vorgängen die Salina als Heilmittel wohltätig wirken. Diese Autoren halten deshalb die größere Flüssigkeitsansammlung im Darme, die bis in das Colon und Rectum gelangt, für die hauptsächlichste Ursache des Durchfalles.

Immerhin nehmen Aubert[21]), Buchheim[22]) und Wagner[23]) eine direkte Reizwirkung auf die Peristaltik an.

[19]) Phys. Chemie 1878, T. II, S. 275 u. 358.
[20]) Die experimentelle Pharmakologie (II. Auflage, 1912).
[21]) Zeitschrift f. rat. Med., 2. Reihe, 1852.
[22]) Archiv f. phys. Heilkunde, Bd. 13, 1854.
[23]) de effectu natrii. sulf. Diss. inaug., Dorpat 1853.

Nach Magnus[24]) hat keine der oben genannten Erklärungsversuche alleinige Gültigkeit, sondern sind sie alle zusammen bei der Abführwirkung beteiligt. Die Hauptbedingung für die abführende Wirkung eines Salzes sieht er in seiner schweren Resorbierbarkeit im Darme. Jede Salzlösung im Darme wird nach auf möglichst gleiche molekulare Salzkonzentration, wie das Blut gebracht, diesem isotomisch gemacht; dann wird diese Salzlösung infolge eines aktiven Flüssigkeitstransportes durch die Darmzellen resorbiert. Das Isotonischwerden der Salzlösungen vollzieht sich nach dem Gesetze der einseitigen Durchgängigkeit des Darmepithels (Cohnheim[25]), Weymouth Reid[26]) Nur bei sehr konzentrierten Salzlösungen wird die einseitige Durchgängigkeit des Darmepithels durchbrochen, und unter diesen, dann pathologischen Bedingungen, tritt Wasser aus dem Blute ins Darmlumen. Sind nun die Lösungen der Mittelsalze im Darme isotonisch geworden, so wird nur ein kleiner Teil wegen ihrer schweren Resorbierbarkeit aufgesogen, der größte Teil gelangt rasch in den Dickdarm und bewirkt durch sein zurückgehaltenes Lösungswasser eine starke Verdünnung des Kotes.

Nun zeigen meine Versuche, daß die Lösungen gar nicht in die unteren Teile des Darmes zu kommen brauchen, ja daß die kleinen Quantitäten der hypotonischen abführenden Mineralwässer sicher nicht dahin gelangen und trotzdem Durchfall erzeugen können. Das Nächste ist natürlich, an eine Resorption ins Blut zu denken und diese Ansicht ist auch erst in letzter Zeit wieder von Mac Callum[27]) vertreten worden; Frankl und Auer[28]) stellten aber mit Sicherheit fest, daß durch intravenöse und subkutane Injektion ab-

[24]) Pharmakologisches über salinische u. Bitterwässer, Balneolog. Zeitung, 15. Jahrgang, Nr. 5, 1904.

[25]) Über die Resorption im Dünndarme u. der Bauchhöhle. Habilitationsschrift 1898.

[26]) Philosophical Transactions, Roy. Soc. of London, Ser. B, Vol. 192, pag. 211, 1900.

[27]) Amer. Journ. of Physiol. 1903, Bd. 10, und Univ. of Calif. Publ. 1903, Bd. 1, und 1906, Bd. 3.

[28]) Frankl, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 1907, Bd. 57; Auer, Amer. Journ. of Physiol. 1906, Bd. 17, und Journ. of Biol. Chem. 1908, Bd. 4.

führen der Salze nicht Diarrhoe verursacht wird, starke Konzentration sogar Verstopfung machen, indem sie den Geweben und dem Blute Wasser entziehen und durch die Nieren abscheiden.

Der Resorption ins Blut und Erregung vom Blute aus der in der Darmwand gelegenen motorischen und sekretorischen Apparate widerspricht auch der Befund bei meinen Versuchen, daß die Lösungen bei ganz vollem Darme völlig resorbiert wurden und dann meistens nicht abführend wirkten. Es war dies nur der Fall, wenn schmieriger Darminhalt schußweise aus der Kanüle entleert wurde. Dieser Befund sowie die Beobachtung, daß die Salzlösungen abführend wirkten, wenn sie in energischen Schüssen sich aus der Kanüle entleerten, daß es dann aber nicht nötig war, daß sie bis in den Dickdarm gelangten, sondern daß auch reichliche Defäkation eintrat, wenn sämtliche Schüsse aus der Kanüle abgefangen wurden und der Darm noch dazu nach abwärts abgesperrt war, zeigt, daß die Anwesenheit der Flüssigkeit im Dickdarme und die Verflüssigung der Fäkalmassen keine conditio sine qua non für die abführende Wirkung der Mineralwässer sein kann. Das Wesentliche scheint vielmehr die von weiter oben schon vom Magen aus energisch erregte Peristaltik zu sein, die sich als Reizwelle auf die untersten Abschnitte des Darmes weiter fortpflanzt. Während man bisher wohl eine fortschreitende Erregung der Peristaltik durch starke Salzlösungen zugab, habe ich nachgewiesen, daß auch sehr dünne Lösungen von Salzen, ja selbst die phys. Kochsalzlösung, solche Peristaltik auslöst und zwar über das Bereich der durchflossenen Darmkanalstrecke weg bis an den Anus. Ohne diese Annahme wenigstens, daß es sich um eine fortschreitende Reizwelle handelt, ist nach den obigen Versuchen keine Erklärung möglich für die abführende Wirkung etwa eines Glases Mergentheimer oder eines anderen der schwächer konzentrierten gebräuchlichen Mineralwässer, die in dieser Menge sicher nicht in den Dickdarm gelangen, und ferner für die einige Mal beobachtete abführende Wirkung der isotonischen Kochsalzlösung, auch wenn sie völlig aus der Kanüle abgefangen wurde.

Diese schon vom Magen ausgehende, sich weiter fortpflanzende Reizwelle scheint mir auch eine Erklärung zu sein

für die Wirkung eines gewöhnlichen Glases Wasser, das bei Menschen mit normal erregbarer Peristaltik ja bekanntlich häufig genügt, um beinahe sofort Stuhldrang zu machen, wenn es auf nüchternen Magen getrunken wird. Das Gleiche gilt für den Stuhldrang gleich nach dem Frühstücke oder die nicht seltene Beobachtung bei einzelnen Personen, die nach dem Genusse von Nudeln oder einer Tasse Bouillon sofort mit Durchfall reagieren. Beides sind Dinge, die den Magen schnell verlassen, aber beide nicht weiter als ins Duodenum gelangen. Daß bei diesen Vorgängen die Psyche und die Gewohnheit eine Rolle spielen, soll natürlich in keiner Weise geleugnet werden; den Einfluß der Psyche auf den Darm kennt man ja von der Angstdiarrhoe her. Bei meinen Hunden ist aber der Einfluß der Psyche und die Gewohnheit ganz auszuschalten. Die Anregung der Dickdarmperistaltik sofort nach Nahrungsaufnahme kann allerdings auch durch Hormonwirkung erklärt werden, d. h. durch einen Stoff, der bei der Magenverdauung entsteht und ins Blut übergetreten, die Darmmuskulatur zur Tätigkeit anregt. Zuelzer hat das „Hormon" aus den Magenwandungen, wenn sie auf der Höhe der Verdauung herausgenommen wurden, isolieren können. Nun kann man beim Trinken einer Kochsalzlösung wohl nicht von einer Magenverdauung reden, und gerade isotonische Kochsalzlösung, welche den Magen am schnellsten verläßt, wirkt auf die Dickdarmperistaltik, während hypisotonische Lösungen, die länger im Magen verweilen, dies nicht tun.

Daß diese Reizwelle vom Magen ihren Ausgangspunkt nimmt, schien mir um so wahrscheinlicher, als gerade in letzter Zeit Agéron[29]) auf die habituelle Verstopfung aufmerksam machte, die, wie er glaubt, häufig ihren Ursprung im Magen hat; Agéron nimmt einen bis jetzt noch unbekannten Zusammenhang an zwischen der nach Nahrungsaufnahme erfolgenden Bewegung des Magens und der für die Ausstoßung des Darminhaltes notwendig werdenden Peristaltik des Colons. Agéron kann sich nur so die bei vielen

[29]) Zur Pathogenese der Obstipation. Allgemeine Bemerkungen zur Behandlung derselben. Archiv für Verdauungskrankheiten, Bd. XVII, Heft 5.

nach dem Frühstück folgende Entleerung der Faeces erklären, indem er annimmt, daß die im Colon bereit liegende Kotsäule erst nach Füllung des Magens ausgestoßen wird. Agéron hält also als wesentliche Ursache die Füllung des Magens und dann des Darmes, welch letztere bei Insuffizienz des Magens notleiden und Verstopfung verursachen müsse, und nimmt außerdem einen Zusammenhang mit der Motilität des Magens an, was letzteres mir das Wesentlichere erscheint.

Zufällig erkrankte der eine Versuchshund M mit Magen- und Dickdarmfistel an einer Atonie des Magens mit Insuffizienz 1. Grades, welche durch die großen Mengen Salzlösungen entstanden war, die ich ihm täglich mit der Schlundsonde in den Magen gegossen hatte, so daß die Flüssigkeit stundenlang im Magen liegen blieb.

**Versuchsreihe VI.**

Hund M.

Versuch 1: 400 ccm Glaubersalzlösung.
Nach 60 Min.: noch 300 ccm im Magen.
Kein Durchfall.

Versuch 2: 200 ccm Glaubersalzlösung.
Nach **45** Min.: erst **1.** Schuß.
Kein Durchfall.

Versuch 3: 140 ccm Glaubersalzlösung, direkt durch die Einspritzvorrichtung in den Dickdarm eingespritzt.
Erst nach 5 Stunden dünner Stuhl.

Bei diesen Versuchen war die Motilität des Magens ausgeschaltet und die Glaubersalzlösung wirkte nicht abführend, trotzdem bei dem langen Verweilen im Magen sicher ein großer Teil des Salzes resorbiert worden war. Am interessantesten ist der letzte Versuch, wo auch die Anwesenheit der Flüssigkeit im Dickdarm erst nach 5 Stunden Durchfall hervorrief, offenbar war die Motilität des Magens lahmgelegt. Daher auch das Versagen der Trinkkuren bei atonischem Magen.

Diese Versuche beweisen, daß ein Zusammenhang der Motilität des Magens und des Dickdarms bestehen muß, und zwar unabhängig von der Füllung, denn auch der mit Flüssigkeit beladene Darm zeigt eine schwächere und später einsetzende Peristaltik, wenn die Magenbewegungen fehlen. Um nun noch unterscheiden zu können, ob es nur die fortgeleitete Bewegung ist, die sich auf den Darm überträgt, oder ob es sich um psychische Motilität handelte, machte ich folgenden Versuch:

**Versuchsreihe VII.**

(Gewicht des Hundes 17,5 kg.)

Hund P, schon seit längerer Zeit operiert, hatte zwei Kanüle im Dünndarm mit Einspritzvorrichtung. Die eine Kanüle lag ungefähr 10 cm hinter dem Pylorus, die andere im unteren Drittel des Dünndarms. Bei den Versuchen wurde die Einspritzvorrichtung der Duodenalkanüle mit einem Gummischlauch und Trichter verbunden. Auf diese Weise konnte man dann kontinuierlich durch die Einspritzvorrichtung Flüssigkeiten in den Dünndarm einlaufen lassen. Die untere Kanüle blieb offen und zeigte, wann der 1. Schuß der eingespritzten Flüssigkeit im unteren Drittel des Dünndarms ankam. Läßt man nunmehr als 10 ccm kontinuierlich durch die Einspritzvorrichtung einlaufen, dann kommt ein Teil der eingespritzten Flüssigkeit durch die Kanüle zurück. Beim kontinuierlichen Einlauf größerer Quantitäten kam dies Zurückgelaufene in regelmäßigen starken Schüssen, ähnlich wie die Magenschüsse, aus einer Duodenalkanüle. Der Darm wehrt sich also gewissermaßen gegen eine Überschwemmung mit Flüssigkeit durch Kontraktion und Antiperistaltik. Ich hatte nun seinerzeit mit Herrn Prof. Cohnheim beobachtet, daß man das Rücklaufen von Galle in den Magen, in dem sich Fett befindet, dadurch verhindern kann, daß man das oesophagotomierte Tier scheinfüttert; dann verhindert die psychische Motilität, d. h. das Einsetzen der Ausspritztätigkeit des antrum pylori, den Rücktritt von Galle in den Magen. Analog diesen Versuchen sollen die folgenden Versuche zeigen, ob auch im Darme durch ev. psychische Motilität eine Antiperistaltik überwunden werden kann, so daß die einlaufende

Flüssigkeit weniger zurückläuft und schneller den Darm durchströmt. Um die psychische Motilität zu erregen, bekam der Hund, während ich Kochsalzlösung in die Einspritzvorrichtung kontinuierlich einlaufen ließ, Fleisch vorgehalten, aber so, daß er es nur beriechen, jedoch nicht erreichen konnte: in andern Versuchen gab ich ihm Fleischbrühe zu saufen bei offener Duodenalkanüle und begann erst dann die Kochsalzlösung einlaufen zu lassen, nachdem keine Schüsse aus dem Magen mehr erfolgten, der Magen also leer geworden war. Ich glaubte auf diese Weise einen event. Einfluß des Appetits auf die Darmbewegung sehen zu müssen.

Hund P (Magen leer).

Versuch 1: 1000 ccm 0,9 % NaCl-L. in obere Kanüle einlaufen lassen.

Nach **6** Min.: aus unterer Kanüle **1.** Schuß.
24 „ Einlauf beendet. Zurückgelaufen 170 ccm.
30 „ Im ganzen aus unterer Kanüle 840 ccm.

Versuch 2: Zuerst Bouillon saufen lassen; dann 1000 ccm NaCl einlaufen lassen.

Nach **5** Min.: aus unterer Kanüle **1.** Schuß.
15 „ Einlauf beendet. Zurückgelaufen 240 ccm.
19 „ aus unterer Kanüle 500 ccm.

Versuch 3: Zuerst 500 ccm Bouillon saufen lassen; dann 1000 ccm NaCl.

Nach 16 Min.: Einlauf beendet. Zurückgelaufen 490 ccm.
**18** „ **1.** Schuß aus unterer Kanüle.
25 „ Im ganzen 90 ccm.

Versuch 4: 1000 ccm NaCl-L. (Hund nicht nüchtern.)

Nach 20 Min.: Einlauf beendet. Zurückgelaufen 850 ccm.
29 „ aus unterer Kanüle Darminhalt; sonst nichts.

Versuch 5: 600 ccm NaCl-L. (Hund nicht nüchtern.)

0—7,10 Min.: Rücklauf.
6,50 „ Beginn aus der unteren Fistel.
14 „ Schüsse schwächer.
18 „ Einlauf beendet.
Im ganzen aus unterer Kanüle: 540 ccm.

Versuch 6: 600 ccm NaCl-L. (Hund seit 36 Std. nüchtern, Magen sicher leer.)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 — 4 | Min.: | Rücklauf: | 430 ccm. | |
| 5,30—10,50 | „ | „ | 360 „ | |
| 11,55—14,20 | „ | „ | 320 „ | |
| 14,55—17,65 | „ | „ | 305 „ | |
| 18 —19,55 | „ | „ | 270 „ | aus unterer Kanüle nach 18,55 Minuten Tropfen. |
| 20,50—22,35 | „ | „ | 230 „ | |
| 23,20—24,55 | „ | „ | 205 „ | |
| 25,40—27,05 | „ | „ | 195 „ | |
| 28,10—29,35 | „ | „ | 195 „ | |
| 30,45—33,45 | „ | „ | 130 „ | Aus unterer Kanüle nichts. |
| 34,30—35,15 | „ | „ | 115 „ | |
| 36,20—37,10 | „ | „ | 100 „ | |
| 37,50—38,35 | „ | „ | 75 „ | |
| 39,15—39,45 | „ | „ | 70 „ | |
| 40,25—41,45 | „ | „ | 60 „ | |
| 42,15—43,50 | „ | „ | 40 „ | |
| 44,25—46 | „ | „ | 20 „ | |
| 46,40—47 | „ | „ | 30 „ | |
| 48,20—49,40 | „ | „ | 15 „ | |

Erst in 52 Minuten ist das Ganze hereinzubringen.
Aus der unteren Kanüle nichts (Hund durstig).

Versuch 7: 600 ccm Kochsalzlösung; Hund bekommt Futter vorgehalten, kann es aber nicht erreichen.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 — 4,40 | Min.: | Rücklauf: | 450 ccm. | |
| 6,10— 9,50 | „ | „ | 405 „ | |

10,25—13,50 Min.: Rücklauf: 355 ccm
14,15—18,10 „ „ 250 „
22,30 Min.: Einlauf beendet.

Aus unterer Kanüle einige Schüsse.

Aus den Versuchen ist demnach kein Unterschied in der Schnelligkeit des Einlaufes oder in der Quantität des Zurückgelaufenen zu erkennen, je nachdem der Appetit des Hundes durch Vorhalten von Futter oder durch Saufenlassen von Bouillon vor dem Versuche gereizt wurde oder nicht. Im Durchschnitte kam nach 6 Minuten der erste Schuß aus der unteren Kanüle, in 20 bis 30 Minuten konnten meistens 600 ccm in den Darm hereingebracht werden. Die Menge des Zurückgelaufenen ist in allen Fällen so ziemlich die gleiche. Wie stark die Antiperistaltik des Darmes wirken kann, zeigt der eine Versuch, bei welchem erst in 52 Minuten 600 ccm in den Darm gebracht werden konnten, da namentlich in der letzten Viertelstunde immer wieder fast die gesamte Menge des Eingelaufenen aus der Kanüle zurückkam; nur durch ganz langsames Einlaufenlassen konnte man schließlich noch einen Rücklauf vermeiden.

Ein Einfluß der Psyche auf die Motilität des Darms konnte demnach nach dieser Versuchsanordnung nicht konstatiert werden, vielmehr wies alles darauf hin, daß vom leeren Magen keine Bewegungsreize auf den Darm übergeleitet wurden und daß das Ausbleiben dieser vom Magen ausgehenden Reizwelle die Antiperistaltik so stark werden ließ, daß sie den Transport nach unten gewaltig hemmte. In dieser Ansicht wurde ich durch folgende Versuche bestärkt, wobei ich die Versuchsanordnung so traf, daß ich während des Einlaufenlassens den Magen in Gang setzte, ohne die psychische Motilität zu erregen. Zu diesem Zwecke gab ich dem Hunde mit der Schlundsonde 150 ccm physiologische Kochsalzlösung bei offener Duodenalkanüle, wartete, bis einige Magenschüsse erfolgt waren, der Magen sich also im Gang befand und zwar ohne psychische Motilität (Schlundsonde) und ließ erst dann den Einlauf kontinuierlich beginnen.

**Versuchsreihe VIII.**

Hund P (seit 36 Stunden nüchtern).

Versuch 1: Mit der Schlundsonde 150 ccm NaCl-L. in den Magen gebracht; dann 600 ccm einlaufen lassen.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 — 5 | Min.: | Rücklauf: | 320 ccm. | Hinten sofort Tropfen. |
| 6 — 8,50 | „ | „ | 260 „ | |
| 9,55—12,25 | „ | „ | 165 „ | |
| 13 —14,20 | „ | „ | 115 „ | Nach **14** Min. aus unterer Kanüle Schüsse. |
| 15 —15,50 | „ | „ | 115 „ | |
| 16,30—18,45 | „ | „ | 140 „ | |

Versuch 2: 600 ccm NaCl-L. einlaufen lassen (in die Einspritzvorrichtung).

Es erfolgen einige Magenschüsse, da der Hund nicht ganz nüchtern.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 — 4,55 | Min.: | Rücklauf: | 260 ccm. | Aus unterer Kanüle nach 4,45 Min. schon Tropfen. |
| 5,40— 7,20 | „ | „ | 205 „ | |
| 8 — 9,30 | „ | „ | 175 „ | Nach 8 Minuten Schüsse. |
| 10,05—11,25 | „ | „ | 160 „ | |
| 12,07—13,15 | „ | „ | 20 „ | |
| Nach 13,45 | „ | alles eingelaufen. | | |
| „ 21 | „ | Schluß. | | |

Im ganzen: 370 ccm.

Versuch 3: 600 ccm NaCl-L. einlaufen lassen (Magen nicht leer).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 — 3,40 | Min.: | Rücklauf: | 390 ccm. | |
| 4,15— 5,30 | „ | „ | 215 „ | Nach 6 Minuten aus unterer Kanüle Tropfen. |
| 6,30— 7,50 | „ | „ | 175 „ | |
| 8,40— 9,40 | „ | „ | 130 „ | |

10,20—11,10 Min.: Rücklauf: 80 ccm.
11,45—12,15 „ „ 70 „
13 —13,40 „ „ 55 „
14,10—16,15 „ „ 20 „
16,30—17,10 „ Alles eingelaufen. Nach 18 Min. 1. Schuß. Bis 30 Min. 140 ccm ausgelaufen, aber Magenschüsse dabei.

Versuch 4: 600 ccm NaCl-L. einlaufen lassen.
Dann mit der Sonde 150 ccm NaCl-L. in den Magen gebracht.
0— 6 Min.: Rücklauf: 400 ccm. Nach 5 Min. Tropfen aus unterer Kanüle.
6—10 „ „ 200 „ Nach **6** Minuten **1.** Schuß, nach 7 Min. starker Schuß.
10—12 „ „ 140 „
12—14 „ „ 130 „
14—15 „ „ 100 „
Nach 18,10 „ alles ausgelaufen.
„ 24 „ aus unterer Kanüle 360 ccm.

Versuch 5: 600 ccm NaCl-L. einlaufen lassen.
Dann mit der Sonde 150 ccm NaCl-L. in den Magen gebracht.
0 — 4 Min.: Rücklauf: 50 ccm. Nach 2,50 Min. aus unterer Kanüle schon Tropfen; nach 4 Min. Schuß.
4 — 9,05 „ „ 250 „
9,05—10,30 „ „ 160 „
10,30—13 „ „ 90 „
13 —16 „ alles eingelaufen. Nach 30 Min. 490 ccm.

Versuch 6: 600 ccm NaCl einlaufen lassen (Magen leer).
0 — 4,25 Min.: Rücklauf: 490 ccm.
4,25— 8,35 „ „ 370 „ Nach **15** Min. unten **1.** Schuß.
8,35—12,30 „ „ 270 „
12,30—15 „ „ 180 „

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 15 —18,10 | Min.: | Rücklauf: | 65 | ccm. |
| 18,10—19 | „ | „ | 30 | „ |
| 19 —21 | „ | „ | 40 | „ |
| Nach 24 | „ | alles eingelaufen. Nach 30 Min. 410 ccm. | | |

Versuch 7: 600 ccm NaCl-L. einlaufen lassen.
Dann mit der Sonde 150 ccm NaCl-L. in den Magen gebracht.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 — 4 | Min.: | Rücklauf: | 460 | ccm. | Nach 3,30 Min. schon Tropfen. |
| 4 — 9,20 | „ | „ | 260 | „ | |
| 9,20—11 | „ | „ | 150 | „ | Nach 6,50 Minuten 1. Schuß. |
| 11 —12,45 | „ | „ | 100 | „ | |
| 12,45—14,45 | „ | „ | 50 | „ | |
| Nach 16,20 | „ | alles eingelaufen. Nach 20 Min. 460 ccm. | | | |

Der Unterschied ist deutlich. Wurde die Peristaltik des Magens vorher angeregt, dann war die Menge des Zurückgelaufenen geringer, schon in 13—18 Minuten war alles in den Darm hineinzubringen und viel schneller begann das Auslaufen aus der unteren Kanüle. In einigen Fällen war der Magen des Hundes nicht ganz leer und auch dann ließ sich der Einlauf leichter bewerkstelligen, vorausgesetzt, daß im Darme selbst sich nicht zu viel Inhalt befindet; denn sonst wird das Meiste der einlaufenden Flüssigkeit resorbiert. Am schnellsten befördert demnach der Darm die eingelaufene Kochsalzlösung, wenn der Magen sich in motorischer Tätigkeit befindet, der Darm möglichst leer und das Tier nicht durstig ist. Diese Versuche unterstreichen besonders die Wichtigkeit der vom Magen beginnenden Reizwelle auf die Peristaltik des Darmes.

## Zusammenfassung.

In die untersten Darmabschnitte gelangen innerhalb gewisser Grenzen am schnellsten diejenigen Salzlösungen, die dem Blutserum isotonisch sind, wie die 0,9 % Kochsalzlösung; die meisten Mineral-

quellen stellen hyperisotonische Lösungen dar und werden schon im Duodenum resorbiert, wenn sie nicht in sehr großer Quantität von mindestens 1 Liter getrunken werden.

Die Mineralwässer, welche schwer resorbierbare Salze, wie Glauber- und Bittersalz, enthalten, gelangen ebenfalls in den Dickdarm, da sie durch Retention ihres Lösungswassers und Bindung des im Darme vorgefundenen Succus entericus einen Flüssigkeitstransport durch den gesamten Darm verursachen; daß außer diesem rein mechanischen Reize der Flüssigkeitsmengen auch noch eine spezifische reizende Salzwirkung hinzukommt, scheint kaum zweifelhaft, wenigstens für Konzentrationen, wie sie in den natürlichen Bitterwässern gegeben sind; de Heer[30]) konnte zwar an isolierten Dünndarmschlingen keinen Unterschied zwischen Magnesiumsulfat und Kochsalzlösung von gleicher molekularer Konzentration bezüglich des Einflusses auf die Darmbewegung feststellen. Magnus[31]) und Padtberg[32]) sahen bei Magnesiumsulfat, in Substanz gereicht, am Röntgenschirme Abkürzung der Passage durch den Dünndarm, keine Aufhebung der Antiperistaltik im proximalen Colonteile, eine raschere Entleerung im distalen Colonteile, sekundär als Folge der starken Verflüssigung des Darminhaltes.

Bei der abführenden Wirkung salinischer Mineralwässer spielt außer der Ansammlung größerer Flüssigkeitsmengen im Colon und Rectum noch ein zweiter Faktor eine Rolle, nämlich eine vom Magen beginnende und auf den gesamten Darm sich fortpflanzende peristaltische Reizwelle; letztere allein genügt, eine Defäkation herbeizuführen, auch wenn die Flüssigkeitsansammlung im Dickdarme verhindert wird, indem man die Salzlösungen aus einer Dünndarmkanüle abfängt. Die isotonische physiologische Kochsalz-

[30]) de Heer, Archives internationales de Pharmacodynamie et de Theraphie 1911, Vol. XXI.

[31]) Pflügers Archiv, Bd. 122.

[32]) Pflügers Archiv, Bd. 129 u. 131.

lösung wird als durchaus indifferente Flüssigkeit in kurzer Zeit bis in den Dickdarm transportiert, und nur unter besonderen Umständen resorbiert; sie kann demnach zur Bespülung der gesamten Darmschleimhaut therapeutisch verwendet werden, da eine reizende Salzwirkung sicher nicht zu befürchten ist; außerdem kann sie bei chronischer Verstopfung zur Anregung der Peristaltik benutzt werden; sie muß nüchtern genommen und eventuell ein appetitreizendes Getränk hinterher getrunken werden.

Bei starker Überschwemmung des Dünndarmes mit großen Flüssigkeitsmengen entsteht auch im Dünndarme eine rückläufige antiperistaltische Welle, welche einen schnellen Transport der Flüssigkeitsmassen in die unteren Darmabschnitte verhindert. Diese Antiperistaltik kann überwunden werden, wenn man den Magen in motorische Tätigkeit setzt. Isotonische Salzlösungen gelangen um so schneller in den Dickdarm, je weniger der Dünndarm von Speisebrei gefüllt ist, und je energischer Magenbewegungen hervorgerufen werden; darauf gründet sich die alte Erfahrung, daß man am besten Mineralwässer nüchtern trinken und dann ein appetitreizendes Getränk, z. B. Kaffee, nehmen läßt.

Die Verstopfung bei Mageninsuffizienz 1. Grades (Atonie) kommt weniger dadurch zustande, daß es dem Darme an der nötigen Füllung mangelt, sondern weil jene energische Reizwelle vom Magen ausgehend, in Wegfall kommt. Nur die physiologische Kochsalzlösung, welche auch den atonischen Magen in normal schneller Zeit verläßt, kann auch bei Magenatonie zur Trinkkur verwendet werden.